

Rec'd PROPERTY 26 JAN 2005
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

EPO3 / 09104



REC'D 15 SEP 2003

WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 38 127.5

Anmeldetag: 21. August 2002

Anmelder/Inhaber: ZF Friedrichshafen AG, Friedrichshafen/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges
eines Fahrzeugs

IPC: F 16 H 61/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 8. Oktober 2002
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Faust".

Feust

Verfahren zum Steuern eines
Antriebsstranges eines Fahrzeugs

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges eines Fahrzeugs gemäß der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 näher definierten Art.

Aus der Praxis sind Antriebsstränge von Fahrzeugen, insbesondere von Geländefahrzeugen, bekannt, die jeweils eine Antriebsmaschine, ein Mehrgruppengetriebe und einen Abtrieb aufweisen. Die Ausführung eines Antriebsstranges mit einem Mehrgruppengetriebe bietet die Möglichkeit, viele Gangstufen bei möglichst wenig Zahnradpaarungen zur Verfügung stellen zu können.

Ein Mehrgruppengetriebe stellt in der Praxis eine Kombination aus mehreren Getriebeeinheiten, wie beispielsweise einer sogenannten Vorschaltgruppe, einem Hauptgetriebe sowie einer Nachschaltgruppe bzw. einer Rangegruppe, dar. Um einen hohen Schaltkomfort und möglichst viele Gangstufen bereitstellen zu können, ist ein Hauptgetriebe vorzugsweise als Automatgetriebe ausgeführt, das beispielsweise sechs Gangstufen für Vorwärtsfahrt und einen Rückwärtsgang hat.

20 Die Kombination eines derartigen Automatgetriebes mit einer nachgeschalteten Rangegruppe führt zu einer Erweiterung der Gangfolge eines aus Hauptgetriebe und Rangegruppe aufgebauten Mehrgruppengetriebes.

25 Eine Rangegruppe als Getriebeeinheit ist dadurch gekennzeichnet, daß eine Eingangsdrehzahl der Rangegruppe immer ins „Langsame“ übersetzt wird. Darüber hinaus ist für eine Rangegruppe charakterisierend, daß in einer Rangegrup-

pe eine derartige Drehmomentsteigerung erfolgt, daß Fahrzeuge bzw. Geländefahrzeuge auch bei großen Steigungen noch betrieben werden können. Aufgrund der hohen Drehmomentsteigerung werden Rangegruppen immer einem Hauptgetriebe eines 5 Mehrgruppengetriebes nachgeschaltet, wodurch eine Durchleitung hoher Drehmomente durch das Hauptgetriebe vermieden wird.

Rangegruppen sind in der Praxis in Vorgelegebauweise oder kompakt als Planetengetriebe ausgeführt. Eine Änderung einer Übersetzung einer Rangegruppe erfolgt durch Schaltelemente, mittels welchen zwischen einer ersten Übersetzung („low“) und einer zweiten Übersetzung („high“) umgeschaltet wird. Dabei steht einem Fahrer bei eingelegter erster Übersetzung „low“ in der Rangegruppe in Kombination mit dem 15 Hauptgetriebe ein Übersetzungsbereich zur Verfügung, der für einen Betrieb eines Fahrzeuges in einem Gelände mit großen Steigungen bei niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeiten vorteilhaft ist.

20 Die zweite Übersetzung „high“ der Rangegruppe ist weniger verlustbehaftet, so daß bei normalen Geländebedingungen und auch bei höheren Fahrgeschwindigkeiten die zweite Übersetzung „high“ bevorzugt in der Rangegruppe eingelegt 25 wird.

Beim Umschalten zwischen den beiden Übersetzungen „low“ und „high“ der Rangegruppe ist eine Synchronisierung zuzuschaltender Schaltelemente der Rangegruppe der jeweils einzulegenden Übersetzung „low“ oder „high“ erforderlich, da aufgrund des hohen Übersetzungssprunges in der 30 Rangegruppe zwischen abzuschaltenden Schaltelementen und zuzuschaltenden Schaltelementen hohe Differenzdrehzahlen

vorliegen. Die Differenzdrehzahlen werden über geeignete mechanische Synchronisierungen ausgeglichen, die in der Rangegruppe entweder als separate Bauteile ausgeführt sind oder in die Schaltelemente der Rangegruppe integriert sind.

5 Bei letztgenannter Alternative sind die Schaltelemente meist als reibschlüssige Lamellenkupplungen oder Lamellenbremsen ausgeführt.

Nachteilig dabei ist jedoch, daß Rangegruppen, die mit separaten mechanischen Synchronisierungen oder mit reibschlüssigen Schaltelementen ausgeführt sind, große Bauteil-abmessungen aufweisen und viel Bauraum benötigen, da sie aufgrund der hohen Bauteilbeanspruchungen beim Synchronisieren entsprechend robust ausgeführt werden müssen. Des 15 weiteren verursachen separate mechanische Synchronisierungen oder reibschlüssige Schaltelemente hohe Herstellkosten, was jedoch unwirtschaftlich ist.

20 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges eines Fahrzeugs zur Verfügung zu stellen, mit welchem eine Änderung einer Übersetzung einer Rangegruppe mit kompakter und kostengünstiger Bauweise durchführbar ist.

25 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einem Verfahren gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst.

Dadurch, daß bei einer Übersetzungsänderung der Rangegruppe eine Synchronisierung eines zuzuschaltenden Schaltelementes der Rangegruppe über eine Ansteuerung von Schaltelementen des Automatgetriebes durchgeführt wird, kann in vorteilhafter Weise auf mechanische Synchronisierungen in der Rangegruppe - als separate Bauteile oder in Schaltele-

mente der Rangegruppe integriert - verzichtet werden. Damit besteht die Möglichkeit, eine Rangegruppe im Vergleich zu aus der Praxis bekannten Mehrgruppengetrieben mit einem konstruktiv wesentlich geringeren Aufwand auszuführen, wo-
5 durch die Rangegruppe einen geringeren Bauraumbedarf aufweist.

Des weiteren bietet die Synchronisierung der Range-
gruppe über das Automatgetriebe bei einer Änderung der Ü-
bersetzung der Rangegruppe den Vorteil, daß Schaltelemente
der Rangegruppe als formschlüssige Schaltelemente, vorzugs-
weise als Klauenkupplungen, ausgeführt werden können, über
welche hohe Drehmomente übertragen werden können, die wenig
Bauraum beanspruchen und die geringe Herstellkosten verur-
15 sachen.

Zusätzlich ist von Vorteil, daß sich durch den Entfall
der mechanischen Synchronisierungen in der Rangegruppe eine
Reduktion von Schleppmomenten geöffneter mechanischer Syn-
chronisierungen der Rangegruppe ergibt und eine Wärmeent-
wickelung in der Rangegruppe wesentlich herabgesetzt wird.
Die Schleppmomente entstehen bei mechanischen Synchronisie-
rungen im wesentlichen durch Flüssigkeitsreibung, die zwi-
schen Reibbelägen reibschlüssiger Kupplungen oder Bremsen
25 durch Öl verursacht wird.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäß-
ßen Verfahrens ist, daß durch die Synchronisierung der Ran-
gegruppe über das Automatgetriebe eine Zugkraftunterbre-
30 chungszeit im Vergleich zu aus der Praxis bekannten Verfah-
ren erheblich reduziert wird, da eine Veränderung einer
Antriebsdrehzahl einer Antriebsmaschine bei Bedarf über
eine geeignete Ansteuerung von Schaltelementen des Automat-

getriebes auf einfache Art und Weise in kurzer Zeit erfolgen kann.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen der
5 Erfundung ergeben sich aus den Patentansprüchen und aus den nachfolgend anhand der Zeichnung prinzipiell beschriebenen Ausführungsbeispielen.

Es zeigt:

Fig. 1 eine stark schematisierte Darstellung eines Antriebsstranges mit einer Antriebsmaschine, einem Anfahrelement und einem aus einem Automatgetriebe und einer Rangegruppe bestehenden Mehrgruppengetriebe;

15 Fig. 2 ein schematisch dargestellter Automatgetriebewählhebel, welcher eine Offroadposition aufweist;

20 Fig. 3 ein Balkendiagramm, in welchem Übersetzungen eines Mehrgruppengetriebes in Abhängigkeit von Übersetzungen eines Automatgetriebes und einer Rangegruppe dargestellt sind;

25 Fig. 4 ein Diagramm, in welchem für einzelne Gangstufen des Mehrgruppengetriebes gemäß Fig. 3 jeweils ein Verlauf einer Fahrzeuggeschwindigkeit über einer Drehzahl einer Antriebsmaschine dargestellt ist;

Fig. 5 mehrere Verläufe von Drehmomenten, welche sich während einer Änderung einer Übersetzung in der Rangegruppe des Mehrgruppengetriebes an Bauteilen des Antriebssstranges gemäß Fig. 1 einstellen;

5

Fig. 6 ein Drehzahl-Geschwindigkeits-Diagramm mit mehreren Verläufen, welche mit den in Fig. 5 dargestellten Drehmomentverläufen korrespondieren;

Fig. 7 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Automatgetriebewählhebels, der mit einem Auswahlschalter zur Vorgabe einer Übersetzung in der Rangegruppe kombiniert ist;

15

Fig. 8 ein Balkendiagramm, in welchem verschiedene Gangstufen eines über den Automatgetriebewählhebel und den Auswahlschalter gemäß Fig. 7 ansteuerbaren Mehrgruppengetriebes dargestellt sind;

20

Fig. 9 ein Diagramm, in welchem für einzelne Gangstufen des Mehrgruppengetriebes gemäß Fig. 8 jeweils ein Verlauf einer Fahrzeuggeschwindigkeit über einer Drehzahl einer Antriebsmaschine dargestellt ist;

25

Fig. 10 mehrere Verläufe von Drehmomenten, welche sich während einer in Fig. 9 schematisch dargestellten Änderung der Übersetzung in der Rangegruppe des Mehrgruppengetriebes an

30

Bauteilen des Antriebsstranges gemäß Fig. 1 einstellen und

Fig. 11 mehrere Drehzahlverläufe von Bauteilen des Mehrgruppengetriebes, welche mit den Drehmomentverläufen gemäß Fig. 10 korrespondieren.

Bezug nehmend auf Fig. 1 ist ein Antriebsstrang 1 eines nicht näher dargestellten Fahrzeuges, insbesondere eines Geländefahrzeugs, stark schematisiert dargestellt. Der Antriebsstrang 1 besteht vorliegend aus einer Antriebsmaschine 2, einem Anfahrelement 3 und einem Mehrgruppengetriebe 4. Die Antriebsmaschine 2 ist als eine Brennkraftmaschine ausgeführt, deren Antriebsmoment m_{mot} über eine Ausgangswelle 5 an das mit einem hydrodynamischen Drehmomentwandler 6 ausgeführte Anfahrelement 3 gegeben wird. Zusätzlich ist das Anfahrelement 3 mit einer geregelten Wandlerkupplung 7 ausgebildet, mit der der hydrodynamische Drehmomentwandler 6 überbrückbar ist.

Das dem Anfahrelement 3 in Reihe nachgeschaltete Mehrgruppengetriebe 4 ist vorliegend aus einem Automatgetriebe 8 und einer nachgeschalteten Rangegruppe 9 gebildet, wobei das Automatgetriebe 8 das Hauptgetriebe des Mehrgruppengetriebes 4 darstellt.

Die vorliegende Getriebekombination des vorliegenden Mehrgruppengetriebes 4 besteht vorliegend aus dem lastschaltbaren Automatgetriebe 8 und einer klauengeschalteten Getriebegruppe mit Reduktionsstufe bzw. der Rangegruppe 9 mit automatisierter Betätigung. Diese Getriebekombination ist mit einem elektronischen Steuersystem versehen, welches aus einem Automatgetriebesteuergerät, aus einem Rangegrup-

pensteuergerät und einem Antriebsmaschinensteuergerät besteht.

Diese drei nicht näher dargestellten Steuergeräte sind
5 miteinander vernetzt und tauschen die zur Ansteuerung des
Antriebsstranges 1 erforderlichen Signale untereinander
aus. Durch eine koordinierte Ansteuerung des Automatgetrie-
bes 8 und der Rangegruppe 9 wird die klauengeschaltete Ran-
gegruppe 9 bei einem Übersetzungswechsel in der Rangegrup-
pe 9 über das Automatgetriebe 8 synchronisiert. Die Syn-
chronisierung der Rangegruppe 9 bzw. der jeweils zuzuschal-
tenden Schaltelemente der Rangegruppe 9 erfolgt durch eine
geeignete Ansteuerung der Schaltelemente A bis E des Auto-
matgetriebes 8.

15 Das Automatgetriebe 8 weist einen ersten Planetenrad-
satz 10 auf, wobei ein Hohlrad 11 des ersten Planetenrad-
satzes 10 mit dem Anfahrelement 3 verbunden ist. Mehrere
20 Planeten wälzen sich zwischen dem Hohlrad 11 und einem Son-
nenrad 12 des ersten Planetenradsatzes 10 ab und sind auf
einem Planetenträger 13 drehbar geführt. Der Planetenträ-
ger 13 des ersten Planetenradsatzes 10 ist mit einem
25 Schaltelement A und einem Schaltelement B verbunden, wobei
die Schaltelemente A und B als reibschlüssige Lamellenkupp-
lungen ausgeführt sind.

Das Hohlrad 11 des ersten Planetenradsatzes 10 ist mit
einem als reibschlüssige Lamellenkupplung ausgebildeten
Schaltelement E verbunden. Über die Schaltelemente A, B
30 und E ist jeweils eine Verbindung zwischen dem ersten Pla-
netenradsatz 10 und einem als doppelter Planetenradsatz
ausgeföhrten zweiten Planetenradsatz 14 herstellbar, der im
wesentlichen einem Ravigneaux-Planetenradsatz entspricht.

Der zweite Planetenradsatz 14 weist ein erstes Sonnenrad 15 und ein zweites Sonnenrad 16 auf, wobei sich zwischen dem ersten Sonnenrad 15 und einem gemeinsamen Hohlrad 17 sowie dem zweiten Sonnenrad 16 und dem gemeinsamen Hohlrad 17 jeweils mehrere Planeten abwälzen, welche auf einem ersten Planetenträger 18 bzw. einem zweiten Planetenträger 19 des zweiten Planetenradsatzes 14 drehbar gehalten sind.

Das Sonnenrad 12 des ersten Planetenradsatzes 10 ist ortsfest in einem Getriebegehäuse 20 des Automatgetriebes 8 fixiert. Das zweite Sonnenrad 16 des zweiten Planetenradsatzes 14 ist vorzugsweise über ein als reibschlüssige Lamellenbremse ausgeführtes Schaltelement C mit dem Getriebegehäuse 20 verbunden. Darüber hinaus ist der zweite Planetenträger 19 des zweiten Planetenradsatzes 14 über ein als reibschlüssige Lamellenbremse ausgeführtes Schaltelement D mit einem ortsfest in dem Getriebegehäuse 20 angeordneten Bauteil oder direkt mit dem Getriebegehäuse 20 verbindbar.

Das gemeinsame Hohlrad 17 des zweiten Planetenradsatzes ist mit einem Sonnenrad 21 der Rangegruppe 9 verbunden, wobei sich zwischen dem Sonnenrad 21 und einem Hohlrad 22 der Rangegruppe 9 mehrere Planeten abwälzen, die auf einem Planetenträger 23 der Rangegruppe 9 drehbar gelagert sind, der wiederum mit dem Abtrieb verbunden ist.

Zur Darstellung einer ersten Übersetzung „low“ der Rangegruppe 9 ist das Hohlrad 22 der Rangegruppe 9 über ein erstes Schaltelement 24 mit einem Getriebegehäuse 20A der Rangegruppe 9 derart verbindbar, daß das Hohlrad 22 nicht drehbar mit dem Getriebegehäuse 20A der Rangegruppe 9 verbunden ist. Eine zweite Übersetzungsstufe „high“ der Range-

gruppe 9 ist dann eingelegt, wenn das erste Schaltelement 24 geöffnet bzw. ausgerückt ist und ein zwischen dem Hohlrad 22 und dem Planetenträger 23 angeordnetes zweites Schaltelement 25 der Rangegruppe 9 geschlossen ist und das Hohlrad 22 mit dem Planetenträger 23 verbindet.

5

Über einen in Fig. 2 dargestellten Automatgetriebewahlhebel 26 sind von einem Fahrer verschiedene Vorgaben wählbar. Dabei sind verschiedene Stellungen „O“, „P“, „R“, „N“ und „D“ des Automatgetriebewählhebels 26 möglich, die durch eine Rastierung für einen Fahrer erkennbar voneinander getrennt sind. In den Positionen „O“ (Offroad) und „D“ (Drive) des Automatgetriebewählhebels 26 ist jeweils als Fahrrichtung „Vorwärtsfahrt“ des Fahrzeuges angewählt.

15 Die Position „P“ (Parken) wird in stehendem Zustand des Fahrzeuges eingelegt, wobei der Abtrieb des Fahrzeugs blockiert ist. Die Position „R“ (Rückwärts) wird zum Einlegen eines Rückwärtsganges ausgewählt und in der Position „N“ (Neutral) ist der Kraftfluß des Antriebsstranges 1 von der Antriebsmaschine 2 zum Abtrieb des Fahrzeuges im Bereich

20 des Mehrgruppengetriebes 4 unterbrochen.

25

Die Positionen „O“ und „D“ bzw. die damit verbundenen Funktionen des Automatgetriebewählhebels 26 für Vorwärtsfahrt unterscheiden sich dahingehend, daß bei ausgewählter Wählhebelposition „D“ in der Rangegruppe 9 die Übersetzung „high“ eingelegt wird und wie in Fig. 3 dargestellt für einen Fahrbetrieb sechs Gangstufen „III-H“, „IV“, „V“, „VI“, „VII“ und „VIII“ des Mehrgruppengetriebes 4 in Abhängigkeit einer Übersetzung „A1“, „A2“, „A3“, „A4“, „A5“ oder „A6“ des Automatgetriebes 8 zur Verfügung stehen. Die Gesamtübersetzung des Mehrgruppengetriebes 4 nimmt dann Werte in einem Bereich von z. B. 4,17 bis 0,69 an.

30

Eine Umschaltung zwischen den einzelnen Gangstufen „III-H“, „IV“, „V“, „VI“, „VII“ und „VIII“ des Mehrgruppengetriebes 4 erfolgt jeweils durch eine Änderung der Übersetzung des Automatgetriebes 8, was vorzugsweise entsprechend einem vorgegebenen oder ausgewählten Schaltprogramm erfolgt, das beispielsweise in der Steuereinrichtung des Mehrgruppengetriebes 24 oder des Automatgetriebes 8 abgelegt ist.

Wählt ein Fahrer über den Automatgetriebewählhebel 26 die Position „O“ aus, können über das Mehrgruppengetriebe 4 außer den Gangstufen „III-H“, „IV“, „V“, „VI“, „VII“ und „VIII“ drei weitere Gangstufen „I“, „II“ und „III-L“ dargestellt werden. Die Gangstufen „I“, „II“ und „III-L“ stehen dann zur Verfügung, wenn in der Rangegruppe 9 die Übersetzung „low“ eingestellt ist und in dem Automatgetriebe 8 jeweils eine erste Übersetzung „A1“, eine zweite Übersetzung „A2“ oder eine dritte Übersetzung „A3“ eingelegt ist. Eine Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4 nimmt dann Werte zwischen z. B. 11,3 und 0,69 an.

Des weiteren wird in der Position „O“ des Automatgetriebewählhebels 26 aufgrund einer Betriebsstrategie, die dem jeweils aktivierten Schaltprogramm übergeordnet ist, in einem bestimmten Betriebspunkt des Antriebsstranges automatisch eine Änderung der Übersetzung der Rangegruppe 9 von der Übersetzungsstufe „low“ in die Übersetzungsstufe „high“ vorgenommen. Gleichzeitig wird in dem Automatgetriebe von der Übersetzung „A3“ in die Übersetzung „A1“ umgeschaltet. Die Schaltvorgänge des Mehrgruppengetriebes 4 werden über eine geeignete Ansteuerung des Automatgetriebes 8 und der Rangegruppe 9 vollständig automatisiert durchgeführt, wodurch ein Fahrer eines Kraftfahrzeuges entlastet wird.

Des weiteren erfolgt die Auswahl der Übersetzung „low“ bzw. „high“ der Rangegruppe 9 durch die vorgenannte übergeordnete Betriebsstrategie derart, daß „unsinnige“ Übersetzungskombinationen des Automatgetriebes 8 und der Range-
gruppe 9 verhindert werden.

5

Unter „unsinnigen“ Übersetzungskombinationen sind Kombinationen der Einzelübersetzungen des Automatgetriebes 8 und der Rangegruppe 9 zu verstehen, bei welchen sehr hohe Drehzahlunterschiede zwischen dem Automatgetriebe 8 und der Rangegruppe 9 vorliegen. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn in der Rangegruppe 9 die Übersetzung „low“ eingelegt ist und im Automatgetriebe 8 die Übersetzung „A5“ eingelegt werden muß, um eine vom Schaltprogramm angeforderte Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4 einzustellen.

15

Da bei einer Kombination einer „kleinen“ Übersetzung des Automatgetriebes 8 mit der Übersetzung „low“ der Rangegruppe 9 in letzterer sehr hohe Eingangsrehzahlen auftreten, die einen niedrigen Wirkungsgrad des Mehrgruppengetriebes 4 bewirken, wird zur Darstellung einer jeweilig angeforderten Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4 die Übersetzung in der Rangegruppe 9 von „low“ nach „high“ geändert und im Automatgetriebe automatisch eine „größere“ Übersetzung zur Darstellung der angeforderten Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4 eingelegt. Dann ist die Eingangsrehzahl der Rangegruppe 9 reduziert und die Rangegruppe 9 wird in "high" betrieben, womit der Wirkungsgrad des Mehrgruppengetriebes 4 deutlich verbessert wird. Dies führt wiederum zu einer reduzierten Wärmeentwicklung in der Rangegruppe 9 sowie zu einer Senkung des Kraftstoffverbrauchs des Fahrzeugs bzw. der Antriebsmaschine 2.

20

25

30

Um eine Umschaltung bzw. Änderung der Übersetzung der Rangegruppe 9 mit einer möglichst geringen Zugkraftunterbrechungszeit durchführen zu können, wird die Änderung während ganz bestimmter Betriebszustände des Mehrgruppengetriebes 4 bzw. des Antriebsstranges 1 vorgenommen.

Fig. 3 zeigt ein Balkendiagramm, wobei eine Höhe der Balken jeweils einen quantitativen Wert der Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4 angibt. Die Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4 ergibt sich jeweils durch die Kombination der Übersetzung des Automatgetriebes 8 und der Übersetzung der Rangegruppe 9 und entspricht jeweils einer der verschiedenen Gangstufen „I“, „II“, „III-L“, „III-H“, „IV“, „V“, „VI“, „VII“ und „VIII“ des Mehrgruppengetriebes 4.

Dabei ist signifikant, daß die Übersetzungen der Gangstufen „III-L“ und „III-H“ des Mehrgruppengetriebes 4 durch eine geeignete Stufung des Automatgetriebes 8 und der Rangegruppe 9 in etwa gleich sind. Die beiden Gangstufen „III-L“ und „III-H“ des Mehrgruppengetriebes 4 werden ebenso wie alle anderen Gangstufen des Mehrgruppengetriebes 4 durch eine bestimmte Kombination der Übersetzungen des Automatgetriebes 4 und der Rangegruppe 9 eingestellt. Bei der Gangstufe „III-L“ des Mehrgruppengetriebes 4 ist im Automatgetriebe 8 die Übersetzung „A3“ und in der Rangegruppe 9 gleichzeitig die Übersetzung „low“ eingelegt. Im Unterschied dazu ist bei der Gangstufe „III-H“ des Mehrgruppengetriebes 4 in dem Automatgetriebe 8 die Übersetzung „A1“ und in der Rangegruppe 9 die Übersetzung „high“ eingelegt.

Bei angewählter Position „O“ des Automatgetriebewählhebels 26 wird bei Vorliegen eines bestimmten Betriebszu-

standes in der Rangegruppe 9 von der Übersetzung „low“ nach „high“ oder in die entgegengesetzte Richtung geschaltet.

Dieser Betriebszustand ist in Fig. 4 beispielhaft mit einem Kreis 30 gekennzeichnet.

5

Dadurch, daß die Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4 in den Gangstufen „III-L“ und „III-H“ nahezu gleich ist, sind die Verläufe einer Fahrzeuggeschwindigkeit v_{fzg} , die in Fig. 4 über der Drehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2 aufgetragen sind, fast identisch. Eine Drehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2 der Gangstufe „III-L“ entspricht bei einer bestimmten Fahrzeuggeschwindigkeit v_{fzg} in etwa der Drehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2 der Gangstufe „III-H“ oder umgekehrt.

15

Wird in diesem Betriebszustand des Antriebsstranges 1 die Übersetzung in der Rangegruppe 9 von „low“ nach „high“ geändert, kann die Übersetzungsänderung mit einer sehr kurzen Zugkraftunterbrechungszeit durchgeführt werden, da die Drehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2 während des Wechsels der Übersetzung in der Rangegruppe 9 nahezu gleich bleibt und nur getriebeinterne Drehmassen des Mehrgruppengetriebes 4 miteinander synchronisiert werden müssen.

20

25

Fig. 4 zeigt ein Drehzahl-Geschwindigkeits-Diagramm, wobei die dargestellten Linien jeweils die Verläufe der Fahrzeuggeschwindigkeit v_{fzg} über der Drehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2 der verschiedenen Übersetzungen des Mehrgruppengetriebes 4 wiedergeben. Die Übersetzungen des Mehrgruppengetriebes 4 werden jeweils aus der Kombination der Übersetzung des Automatgetriebes 8 und der die zwei Übersetzungsstufen aufweisenden Rangegruppe 9 gebildet.

30

Die einzelnen Verläufe sind jeweils durch den Buchstaben „A“ und einer der Ziffern „1“ bis „6“ gekennzeichnet, welche zusammen die im Automatgetriebe 8 eingelegte Übersetzung angeben. Darüber hinaus folgt der Ziffer entweder 5 der Buchstabe „H“ oder der Buchstabe „L“, wobei der Buchstabe „L“ die Übersetzung „low“ bzw. der Buchstabe „H“ die Übersetzung „high“ der Rangegruppe 9 repräsentiert.

So ergibt sich beispielsweise aus der Bezeichnung „A2H“, daß sich der damit gekennzeichnete Verlauf der Fahrzeuggeschwindigkeit v_{fzg} bei einer Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4 einstellt, die sich aus der Kombination der zweiten Übersetzung „A2“ des Automatgetriebes 8 und der Übersetzung „high“ der Rangegruppe 9 ergibt und der 15 Gangstufe „IV“ des Mehrgruppengetriebes 4 entspricht.

Aus dem Drehzahl-Geschwindigkeits-Diagramm gemäß Fig. 4 ergibt sich, daß die Verläufe der Fahrzeuggeschwindigkeit v_{fzg} über der Drehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2 dann nahezu identisch sind, wenn im Automatgetriebe 20 die Übersetzung „A3“ und gleichzeitig in der Rangegruppe die Übersetzungsstufe „low“ eingelegt ist oder wenn in dem Automatgetriebe 8 die Übersetzung „A1“ eingelegt ist und in der Rangegruppe 9 gleichzeitig die Übersetzungsstufe „high“ 25 geschaltet ist.

Mit dieser Kenntnis zeigt sich in Zusammenhang mit der Darstellung in Fig. 3, daß der Wechsel der Übersetzungsstufe in der Rangegruppe von „low“ nach „high“ oder von „high“ 30 nach „low“ dann besonders günstig ist, wenn gleichzeitig in dem Automatgetriebe die Übersetzung ausgehend von der Übersetzung „A3“ in die Übersetzung „A1“ oder umgekehrt vorgenommen wird. Die Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4

bleibt dabei im wesentlichen gleich, weshalb eine Anschlußdrehzahl der Drehzahl der Antriebsmaschine 2 der angestrebten Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4, bei der die Rangegruppe 9 synchronisiert ist, im wesentlichen 5 gleich der Drehzahl der Antriebsmaschine 2 der aktuell eingelegten Übersetzung des Mehrgruppengetriebes ist.

Das bedeutet, daß beim Umschalten der Übersetzung der Rangegruppe 9 eine Anpassung der Drehzahl der Antriebsmaschine 2 unterbleibt und eine Synchronisierung der zuzuschaltenden Schaltelemente der Rangegruppe 9 und auch der zuzuschaltenden Schaltelemente des Automatgetriebes 8 unabhängig von der Drehzahl der Antriebsmaschine in sehr kurzer Zeit, vorzugsweise in einem Bereich von 0,1 bis 0,2, insbesondere 15 in etwa 0,15 Sekunden, durchgeführt werden kann.

Dies stellt eine erhebliche Verkürzung der Zugkraftunterbrechungszeit im Vergleich zu herkömmlichen aus der Praxis bekannten Schaltstrategien dar, mit welchen lediglich 20 Schaltzeiten von einer halben Sekunde bis hin zu einer Sekunde realisiert werden können, was jedoch eine erhebliche Zugkraftunterbrechung bedeutet.

Die Verläufe „A5L“ und „A2H“ des Drehzahl-Geschwindigkeits-Diagramms gemäß Fig. 4 weisen ebenfalls einen nahezu identischen Verlauf auf. Die Übersetzungskombination aus der Übersetzung „A5“ des Automatgetriebes 8 und der Übersetzung „low“ der Rangegruppe 9 zur Darstellung der Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4 wird jedoch aufgrund der 25 vorgenannten negativen Auswirkungen durch die in der Steuereinrichtung abgelegte und die dem jeweils aktivierten Schaltprogramm übergeordnete Betriebsstrategie nicht ausgewählt.

Es liegt selbstverständlich im Ermessen des Fachmannes, eine Änderung der Übersetzung in der Rangegruppe 9 in Abhängigkeit des jeweiliig vorliegenden Anwendungsfalles derart auszuführen, daß der Wechsel zwischen der Übersetzungsstufe „low“ und der Übersetzungsstufe „high“ der Rangegruppe 9 speziell dann durchgeführt wird, wenn in dem Automatgetriebe 8 die Übersetzung „A5“ oder die Übersetzung „A2“ eingelegt ist und entsprechend der Übersetzungänderung in der Rangegruppe 9 im Automatgetriebe 8 von der Übersetzung „A2“ in Richtung der Übersetzung „A5“ oder umgekehrt entgegengeschaltet wird.

In Fig. 5 sind mehrere Drehmomentverläufe über einer Schaltzeit t während einer Änderung der Übersetzung der Rangegruppe 9 von „low“ nach „high“ dargestellt. Dabei repräsentiert ein Verlauf m_{24} den Verlauf des an dem ersten Schaltelement 24 der Rangegruppe 9 anliegenden Drehmomentes während der Schaltung in der Rangegruppe 9. Ein Verlauf m_{25} stellt das an dem zweiten Schaltelement 25 der Rangegruppe 9 anliegende Drehmoment während der Änderung der Übersetzung der Rangegruppe 9 von der Übersetzungsstufe „low“ zu der Übersetzungsstufe „high“ dar.

Damit korrespondiert ein Verlauf m_{mot_e} der Antriebsmaschine 2, welcher eine Vorgabe der Steuereinrichtung darstellt und als sogenanntes E-Gas-Moment bezeichnet wird. Das E-Gas-Moment m_{mot_e} ist das während der Schaltung antriebsmaschinenseitig an dem Mehrgruppengetriebe 4 anliegende Antriebsmoment der Antriebsmaschine, welches von der Steuereinrichtung eingestellt wird. Zusätzlich ist ein Verlauf m_{mot_f} dargestellt, welcher den Verlauf eines von einem Fahrer angeforderten Antriebsmoments der Antriebsma-

schine 2 darstellt, das während der Übersetzungsänderung in der Rangegruppe 9 jedoch nicht berücksichtigt wird.

Wird in Abhängigkeit der in der Steuereinrichtung abgelegten übergeordneten Betriebsstrategie ein Signal ausgeben, das in der Rangegruppe 9 von der Übersetzungsstufe „low“ in die Übersetzungsstufe „high“ geschaltet werden soll, wird das Antriebsmoment der Antriebsmaschine 2 entsprechend dem Verlauf m_{mot_e} des E-Gas-Momentes zur Entlastung des Antriebsstranges 1 solange verändert, bis das als Klauenkupplung ausgeführte erste Schaltelement 24 entsprechend dem Verlauf m_{24} vollständig entlastet ist.

Anschließend wird das E-Gas-Moment m_{mot_e} , welches bis zur vollständigen Entlastung des ersten Schaltelementes 24 konstant gehalten wird, in Richtung eines positiven Wertes verändert. Daran anschließend wird das E-Gas-Moment m_{mot_e} bis zum endgültigen Durchschalten des ebenfalls als Klauenkupplung ausgeführten zweiten Schaltelementes 25 der Rangegruppe 9 auf einen gewissen Wert geregelt, wodurch eine Synchronisierung des zweiten Schaltelementes 25 unterstützt wird.

Ab einem Zeitpunkt T_{ds} , d. h. dem Durchschaltzeitpunkt des zweiten Schaltelementes 25, steigt das Drehmoment bzw. der Verlauf m_{25} des Drehmomentes des zweiten Schaltelementes 25 sprungartig an, wodurch der Kraftfluß zwischen der Antriebsmaschine 2 und dem Abtrieb des Kraftfahrzeuges hergestellt ist. Gleichzeitig erfolgt eine Anpassung des E-Gas-Momentes m_{mot_e} an das Fahrermoment m_{mot_f} , wodurch der Umschaltvorgang bzw. die Änderung der Übersetzung in der Rangegruppe 9 beendet ist.

Das in Fig. 6 dargestellte Diagramm, welches mehrere Drehzahlverläufe verschiedener Bauelemente des Antriebsstranges 1 gemäß Fig. 1 während einer Schaltung in der Rangegruppe 9 und dem Automatgetriebe 8 zeigt, stellt die Synchronisierung der Rangegruppe 9 über das Automatgetriebe bzw. dessen Schaltelemente A bis E näher dar. Dabei sind die Drehzahlen n über der Schaltzeit t aufgetragen.

Die verschiedenen Drehzahlverläufe der einzelnen Bauteile des Antriebsstranges 1 sind jeweils durch den Buchstaben n und die Bezugszeichen der Bauteile des Antriebsstranges 1 aus Fig. 1 näher gekennzeichnet. So stellt beispielsweise der Verlauf n_{13} den Drehzahlverlauf des Planetenträgers 13 des ersten Planetenradsatzes 10 dar.

15 Zum Zeitpunkt T_0 , an welchem die Schaltphase zur Änderung der Übersetzung der Rangegruppe 9 beginnt, wird das E-Gas-Moment m_{mot_e} entsprechend dem in Fig. 5 dargestellten Verlauf verändert. Diese von der Steuereinrichtung eingeleitete Maßnahme hat zunächst keinen Einfluß auf die in Fig. 6 dargestellten Drehzahlverläufe n_{13} , n_{15} , n_{16} ,
20 n_{17} , n_{18} , n_{19} , n_{22} , n_{23} und den Verlauf der Antriebsdrehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2. Mit zunehmender Schaltzeit t wird das Drehmoment m_{24} des ersten Schaltelementes 24 der Rangegruppe 9 bis auf Null abgesenkt und das erste Schaltelement 24 der Rangegruppe 9 geöffnet.

25 Das bedeutet, daß das Hohlrad 23 der Rangegruppe 9 von dem Getriebegehäuse 20A der Rangegruppe 9 gelöst wird und drehbar wird. Ab diesem Zeitpunkt steigt der Drehzahlverlauf n_{22} des Hohlrades 22 der Rangegruppe 9 langsam in Richtung der Drehzahl n_{23} des Planetenträgers 23 der Rangegruppe 9 an.

Ab einem Zeitpunkt T_3 wird eine Übertragungsfähigkeit zuzuschaltender und abzuschaltender Schaltelemente des Automatgetriebes 8 derart eingestellt, daß die Drehzahl n_{16} des zweiten Sonnenrades 16 des zweiten Planetenradsatzes 14, die Drehzahl n_{17} des gemeinsamen Hohlrades 17 des zweiten Planetenradsatzes 14, die Drehzahl n_{18} des ersten Planetenträgers 18 des zweiten Planetenradsatzes 14 und die Drehzahl n_{19} des zweiten Planetenträgers 19 des zweiten Planetenradsatzes 14 reduziert werden. Die Drehzahl n_{13} des Planetenträgers 13 des ersten Planetenradsatzes 10, die Drehzahl n_{15} des ersten Sonnenrades des zweiten Planetenradsatzes 14 und die Antriebsdrehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2 bleiben dabei im wesentlichen nahezu unverändert.

Die Einstellung der Übertragungsfähigkeit der Schaltelemente des Automatgetriebes bewirkt in Kombination mit der Vorgabe des E-Gas-Momentes m_{mot_e} eine Angleichung der Drehzahl n_{22} des Hohlrades 22 der Rangegruppe 9 an die Drehzahl n_{23} , bis die Drehzahlen n_{22} und n_{23} identisch sind. In diesem Punkt ist das zweite Schaltelement 25 der Rangegruppe 9 synchronisiert und kann eingerückt bzw. geschlossen werden. Dieser Punkt ist durch den Zeitpunkt T_2 in Fig. 6 näher gekennzeichnet.

Zum Zeitpunkt T_{ds} wird von einem Positionssensor das Einrücken des zweiten Schaltelementes 25 der Rangegruppe 9 erkannt und das E-Gas-Moment m_{mot_e} dem Fahrermoment m_{mot_f} angeglichen.

Die Darstellungen der Fig. 7 bis Fig. 11 entsprechen jeweils im wesentlichen den Darstellungen der Fig. 2 bis Fig. 6. Anhand der Fig. 7 bis Fig. 11 wird nachfolgend das Verhalten einzelner Betriebsparameter des Antriebsstran-

ges 1 gemäß Fig. 1 während der Änderung der Übersetzungen des Automatgetriebes 8 und der Rangegruppe 9 beschrieben, wobei eine Ansteuerung des Antriebsstranges 1 entsprechend einer Ausführung des Verfahrens nach der Erfindung erfolgt, 5 welche alternativ zu der bezüglich Fig. 2 bis Fig. 6 beschriebenen Ausführung ist. In der Beschreibung zu Fig. 7 bis Fig. 11 werden für bau- und funktionsgleiche Bauteile der Übersichtlichkeit halber dieselben Bezugszeichen wie bei der Beschreibung zu Fig. 1 bis Fig. 6 verwendet.

Fig. 7 zeigt einen Automatgetriebewählhebel 26 mit den Wählhebelpositionen „D“, „N“, „R“ und „P“. Mit dem Automatgetriebewählhebel 26 ist ein Auswahlenschalter 27 zur fahrerseitigen Vorgabe der Übersetzungsstufen „low“ und „high“ in 15 der Rangegruppe 9 kombiniert. Der Auswahlenschalter 27 ist mit der Steuereinrichtung des Antriebsstranges 1 derart gekoppelt, daß bei einer Fahrerwunschvorgabe über den Auswahlenschalter 27 die jeweils angeforderte Übersetzungsstufe „low“ oder „high“ in der Rangegruppe 9 eingelegt wird.

20 In Abhängigkeit der jeweils in der Rangegruppe 9 eingelegten Übersetzung weisen die einzelnen Gangstufen „I“, „II“, „III“, „IV“, „V“ und „VI“ des Mehrgruppengetriebes 4 die in Fig. 8 in einem Balkendiagramm dargestellten Übersetzungen auf. Die gesamte Höhe eines Balkens entspricht 25 jeweils einer Übersetzung der einzelnen Gangstufen „I“, „II“, „III“, „IV“, „V“ und „VI“ des Mehrgruppengetriebes 4, wenn in der Rangegruppe 9 die Übersetzung „low“ eingelegt ist. Die einzelnen Gangstufen „I“, „II“, „III“, „IV“, „V“ 30 und „VI“ des Mehrgruppengetriebes 4 werden jeweils durch eine entsprechende Änderung der Übersetzung des Automatgetriebes eingestellt, wobei die jeweilige Übersetzung der Gangstufen „I“, „II“, „III“, „IV“, „V“ und „VI“ des Mehr-

gruppengetriebes von der in der Rangegruppe eingelegten Übersetzung abhängt.

Ist in der Rangegruppe 9 die Übersetzungsstufe „low“
5 eingelegt, ergeben sich für die einzelnen Gangstufen „I“, „II“, „III“, „IV“, „V“ und „VI“ des Mehrgruppengetriebes 4 die durch die schraffierten Balken wiedergegeben Übersetzungswerte. Das heißt, daß das Mehrgruppengetriebe 4 in der Übersetzungsstufe „low“ der Rangegruppe 9 sechs Gänge aufweist, deren Übersetzungen Werte zwischen z. B. 11,3 und 1,87 annehmen. Ist in der Rangegruppe 9 die Übersetzung „high“ eingelegt, weist das Mehrgruppengetriebe 4 ebenfalls sechs Gänge auf, deren Übersetzungen Werte zwischen z. B. 4,17 und 0,69 annehmen.

15

Fig. 9 zeigt ein Drehzahl-Geschwindigkeits-Diagramm, welches prinzipiell dem Diagramm gemäß Fig. 4 entspricht. Des weiteren sind in Fig. 10 mehrere Momentenverläufe dargestellt, welche sich an verschiedenen Bauteilen des Antriebsstranges 1 während einer Änderung der Übersetzung in der Rangegruppe 9 von der Übersetzungsstufe „low“ zu der Übersetzungsstufe „high“ einstellen. Zusätzlich sind in Fig. 11 mehrere Drehzahlverläufe einzelner Bauteile des Antriebsstranges 1 gemäß Fig. 1 während der Übersetzungsänderung in der Rangegruppe 9 über der Schaltzeit t aufgetragen.
20
25

Nachfolgend wird anhand der in Fig. 9 bis Fig. 11 dargestellten Diagramme ein Verfahren zum Steuern des Antriebsstranges 1 beschrieben, mittels welchem eine Änderung der Übersetzung der Rangegruppe 9 von der Übersetzungsstufe „low“ in die Übersetzungsstufe „high“ bei beliebiger

Fahrzeuggeschwindigkeit mit sehr kurzen Zugkraftunterbrechungszeiten durchführbar ist.

Bezug nehmend auf Fig. 9 wählt der Fahrer des Fahrzeuges zu einem Zeitpunkt T_0 an dem Auswahlschalter 27 die Übersetzungsstufe „high“ in der Rangegruppe 9 aus, in welcher zu diesem Zeitpunkt die Übersetzungsstufe „low“ eingelegt ist. Wählt der Fahrer die Übersetzung „low“ aus, wenn diese in der Rangegruppe 9 bereits eingelegt ist, wird die Fahrerwunschvorgabe in der Steuereinrichtung des Antriebsstranges 1 ignoriert.

Mit Eingang der Fahrerwunschvorgabe in der Steuereinrichtung des Antriebsstranges 1 wird von der Steuereinrichtung das Antriebsmoment der Antriebsmaschine 2 reduziert, was durch den Verlauf des E-Gas-Momentes m_{mot_e} in Fig. 10 grafisch wiedergegeben ist.

Durch die Reduzierung des Antriebsmomentes der Antriebsmaschine 2 wird der Antriebsstrang 1 entlastet, wodurch gleichzeitig das an dem ersten Schaltelement 24 der Rangegruppe 9 anliegende Drehmoment m_{24} gegen Null geht. Ist das erste Schaltelement 24 der Rangegruppe 9 vollständig entlastet, wird das erste Schaltelement 24 ausgerückt, wodurch in der Rangegruppe 9 der Neutralzustand eingestellt ist. Das als Klauenkupplung ausgeführte erste Schaltelement 24 wird über einen in der Rangegruppe 9 angeordneten Elektromotor geöffnet. Über einen nicht näher dargestellten Positionssensor wird der geöffnete Zustand des ersten Schaltelementes 24 festgestellt. Ein Signal des Positionsensors wird in der Steuereinrichtung verarbeitet, und zuschaltende Schaltelemente des Automatgetriebes 8, welche einer der Schaltung in der Rangegruppe entsprechenden Ge-

genschaltung in dem Automatgetriebe beteiligt sind, werden von der Steuereinrichtung angesteuert.

Die Vorteile des Vorgehens, daß mit der Änderung der Übersetzung der Rangegruppe 9 eine entsprechende Gegen-
schaltung im Automatgetriebe 8 erfolgt, ohne daß eine Fahr-
zeuggeschwindigkeit v_{fzg} verändert wird, sind in Fig. 8
durch die Pfeile 28 und 29 verdeutlicht. Erfolgt bei einer
Änderung der Übersetzung der Rangegruppe 9 von „low“ nach
„high“ bei in dem Automatgetriebe 8 eingelegter Überset-
zung „A6“ eine Gegenschaltung in dem Automatgetriebe 8 in
die Übersetzung „A3“, weicht eine Anschlußdrehzahl der An-
triebsmaschine 2 des neuen Ganges des Mehrgruppengetriebes
erheblich weniger von der Drehzahl n_{mot} der Antriebsma-
schine bei der Ausgangsübersetzung „A6L“ des Mehrgruppenge-
triebes 4 ab, als dies ohne Gegenschaltung im Automat-
getriebe 8 der Fall ist.

Die Anschlußdrehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2,
welche sich ohne entsprechende Gegenschaltung im Automat-
getriebe 8 einstellen würde, ist durch den weiteren
Pfeil 29 in Fig. 8 dargestellt. Dieser große Drehzahlsprung
ist für das Fahrverhalten nachteilig, da eine Ausgleichs-
zeit, während der die Drehzahl der Antriebsmaschine auf die
neue Drehzahl bzw. die Anschlußdrehzahl eingestellt wird,
viel länger ist als bei geringeren Drehzahldifferenzen. Der
Nachteil ergibt sich aus der Tatsache, daß der Antriebs-
strang während der Ausgleichszeit entlastet ist und die
Schaltung eine Zugkraftunterbrechung verursacht, die unter
Umständen eine Weiterfahrt an großen Steigungen unmöglich
macht.

Nach der Entlastung des Antriebsstranges 1 und somit
des ersten Schaltelementes 24 der Rangegruppe 9 wird das
Drehmoment der Antriebsmaschine bzw. das E-Gas-
5 Moment m_{mot_e} konstant gehalten und in einer anschließen-
den Regelungsphase in der in Fig. 10 schematisch darge-
stellten Art und Weise derart eingestellt, daß in Abhängig-
keit des Drehmomentes m_{mot} der Antriebsmaschine und auch
der Drehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2 eine Synchroni-
sierung des zweiten Schaltelementes 25 der Rangegruppe 9
sowie der zur Einstellung der neuen Übersetzung des Auto-
matgetriebes 8 zuzuschaltenden Schaltelemente des Automat-
getriebes 8 erfolgt.

Mit den Drehmomentverläufen aus Fig. 10 korrespondie-
15 ren Drehzahlverläufe der einzelnen Bauelemente des An-
triebsstranges 1, die in Fig. 11 dargestellt sind. Zu einem
Zeitpunkt T_0 , an welchem die Fahrerwunschvorgabe zur Ände-
rung der Übersetzung in der Rangegruppe 9 von der Überset-
zung „low“ zu der Übersetzung „high“ über den Auswahlenschal-
20 ter 27 erfolgt, beginnt die Schaltung in dem Mehrgruppenge-
triebe entsprechend der Fahrerwunschvorgabe, die eine Ände-
rung der Drehzahlen bzw. eine Änderung der Verläufe der
einzelnen Drehzahlen der an der Schaltung beteiligten Bau-
elemente des Antriebsstranges bewirkt.

25 Um die Antriebsdrehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2
in einer möglichst kurzen Zeit von der Drehzahl des zum
Zeitpunkt T_0 der Fahrerwunschvorgabe vorliegenden Ganges
des Mehrgruppengetriebes 4 auf die Anschlußdrehzahl des
30 einzustellenden Ganges des Mehrgruppengetriebes 4 zu füh-
ren, wird eine Übertragungsfähigkeit der zuzuschaltenden
und der abzuschaltenden Schaltelemente des Automatgetrie-
bes 8 jeweils derart eingestellt, daß die Drehzahl n_{mot}

der Antriebsmaschine 2 den in Fig. 11 dargestellten Verlauf aufweist.

5 Zum Zeitpunkt T_1 hat die Drehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2 die Anschlußdrehzahl n_{mot_a} erreicht, welche zuvor in der Steuereinrichtung in Abhängigkeit der „neuen“ Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4 und der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit v_{fzg} berechnet wird. Dabei wird die Fahrzeuggeschwindigkeit v_{fzg} durch im Fahrzeug vorhandene und nicht näher dargestellte ABS-Sensoren oder anderen geeigneten Einrichtungen des Fahrzeugs bestimmt.

15 Die Antriebsdrehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2 ist mit der vorbeschriebenen Vorgehensweise wesentlich schneller auf die Anschlußdrehzahl n_{mot_a} bringbar, als dies über eine alleinige Einstellung über das E-Gas-Moment der Fall ist. So wird die Antriebsmaschine 2 im vorliegenden Fall vorzugsweise über eine Erhöhung der Übertragungsfähigkeit der zuzuschaltenden Schaltelemente des Automatgetriebes 9 abgebremst. Die zuzuschaltenden Schaltelemente des Automatgetriebes 8 werden in einer sogenannten Schlupfphase betrieben und bremsen die Antriebsmaschine 2 auf die entsprechende Anschlußdrehzahl der Antriebsmaschine in kürzester Zeit ab. Die Ansteuerung der zuzuschaltenden Schaltelemente des Automatgetriebes erfolgt derart, daß über eine gesteuerte Befüllung der reibschlüssigen Schaltelemente eine Übertragungsfähigkeit in der erforderlichen Höhe vorliegt.

20

25 Zum Zeitpunkt T_2 sind die zuzuschaltenden Schaltelemente des Automatgetriebes 8 und das zweite Schaltelement 25 der Rangegruppe 9 synchron, so daß die zuzuschaltenden Schaltelemente des Automatgetriebes 8 sowie das

zweite Schaltelement 25 geschlossen werden können und der Kraftfluß von der Antriebsmaschine 2 zum Abtrieb des Fahrzeugs wiederhergestellt ist. Gleichzeitig werden die abzuschaltenden Schaltelemente des Automatgetriebes 8 geöffnet und aus dem Kraftfluß des Antriebsstranges 1 genommen.

5

Über einen weiteren Positionssensor wird das Durchschalten des als Klauenkupplung ausgeführten zweiten Schaltelementes 25 erkannt und das Antriebsmoment der Antriebsmaschine 2, d.h. das E-Gas-Moment m_{mot_e} , dem angeforderten Antriebsmoment m_{mot_f} angeglichen, und die Weiterfahrt wird mit entsprechender Antriebsdrehzahl und dem angeforderten Antriebsmoment der Antriebsmaschine 2 durchgeführt.

15

20

25

30

Der vorbeschriebenen Synchronisierung der an der Schaltung des Mehrgruppengetriebes 4 beteiligten Schaltelemente des Automatgetriebes 8 und der Rangegruppe 9 liegen die in Fig. 11 dargestellten Drehzahlverläufe n_{13} , n_{15} , n_{16} , n_{17} , n_{18} , n_{19} , n_{22} und n_{23} zugrunde. Der Zeitpunkt T_0 stellt den Beginn der Schaltphase in dem Mehrgruppengetriebe 4 dar. Hierbei wird die Schaltung im Gegensatz zu der Beschreibung zu Fig. 6 nicht automatisiert geschaltet, sondern erfolgt in Abhängigkeit einer Fahrerwunschvorgabe. Mit der Generierung der Fahrerwunschvorgabe zum Einlegen der Übersetzung „low“ in der Rangegruppe 9 wird eine Übertragungsfähigkeit der Schaltelemente des Automatgetriebes derart eingestellt, daß die Drehzahlen n_{13} , n_{15} , n_{18} , n_{19} und die Antriebsdrehzahl n_{mot} reduziert werden. Die Drehzahl n_{23} des Planetenträgers 23 der Rangegruppe 9 bleibt dabei im wesentlichen unverändert.

Die in Fig. 10 dargestellte Reduzierung des Antriebsmomentes n_{mot} über die Reduzierung des E-Gas-Momentes m_{mot_e} führt zu einer Entlastung des ersten Schaltelementes 24 der Rangegruppe 9, so daß dieses kurz nach dem Zeitpunkt T_0 geöffnet werden kann und die Drehzahl n_{22} des Hohlrades 22 der Rangegruppe 9 mit zunehmender Schaltzeit t langsam in Richtung der Drehzahl n_{23} des Planetenträgers 23 der Rangegruppe 9 ansteigt.

Ab dem Zeitpunkt T_1 , an welchem die Antriebsdrehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2 die Anschlußdrehzahl n_{mot_a} erreicht hat, wird die Übertragungsfähigkeit der Schaltelemente des Automatgetriebes 8 derart eingestellt, daß die Drehzahlen n_{15} , n_{17} , n_{18} , n_{19} weiter reduziert werden und die Drehzahl n_{16} des zweiten Sonnenrades 16 des zweiten Planetenradsatzes 14 in Richtung der Drehzahl n_{23} des Planetenträgers 23 der Rangegruppe 9 ansteigt.

Zum Zeitpunkt T_2 sind die Drehzahlen n_{15} , n_{16} , n_{17} , n_{18} , n_{19} , und n_{22} gleich den Drehzahlen n_{13} und n_{23} , so daß die zuzuschaltenden Schaltelemente des Automatgetriebes 8 sowie das zweite Schaltelement 25 der Rangegruppe 9 synchronisiert sind und geschlossen werden können.

Zum Zeitpunkt T_{ds} wird das Durchschalten des zweiten Schaltelementes 25 der Rangegruppe 9 über einen Positions-sensor festgestellt, und der Schaltvorgang des Mehrgruppengetriebes 4 ist beendet.

Die beiden vorbeschriebenen Ausführungsbeispiele weisen den Vorteil auf, daß auf mechanische Synchronisierungen in der Rangegruppe verzichtet werden kann, wodurch sich eine Schleppmomentenreduktion und eine daraus resultierende

Reduzierung eines Kraftstoffverbrauches ergibt. Zusätzlich resultieren aus den nicht erforderlichen mechanischen Synchronisierungen Gewichts-, Bauraum- und Kostenvorteile bei der als klauengeschaltete Getriebegruppe ausgeführten Ran ge gruppe.

5

Darüber hinaus sind mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erhebliche Verkürzungen der Zugkraftunterbrechungszeit während der Änderung der Übersetzung in der Rangegruppe gegenüber herkömmlichen Verfahren erzielbar. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 2 bis 5 erfolgt die Änderung der Übersetzung in der Rangegruppe automatisch, wodurch ein Fahrer vorteilhafterweise entlastet wird.

15 Mit der Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens
gemäß den Figuren 6 bis 10 ist eine Änderung der Überset-
zung in der Rangegruppe mit der Generierung einer Fahrer-
wunschvorgabe zum Ändern der Übersetzung in der Rangegruppe
bei jeder Fahrzeuggeschwindigkeit mit geringer Zugkraftun-
terbrechungszeit durchführbar, wobei gleichzeitig nach dem
20 Gangwechsel im Mehrgruppengetriebe eine passende Motordreh-
zahl der neuen Übersetzung des Mehrgruppengetriebes vor-
liegt, wodurch ein Fahrkomfort und eine Fahrsicherheit,
insbesondere an großen Steigungen, erheblich verbessert
25 wird.

Bezugszeichen

- 1 Antriebsstrang
- 5 2 Antriebsmaschine
- 3 Anfahrelement
- 4 Mehrgruppengetriebe
- 5 Ausgangswelle
- 6 hydrodynamischer Drehmomentwandler
- 7 geregelte Wandlerkupplung
- 8 Automatgetriebe
- 9 Rangegruppe
- 10 erster Planetenradsatz
- 11 Hohlrad des ersten Planetenradsatzes
- 15 12 Sonnenrad des ersten Planetenradsatzes
- 13 Planetenträger des ersten Planetenradsatzes
- 14 zweiter Planetenradsatz
- 15 erstes Sonnenrad des zweiten Planetenradsatzes
- 16 zweites Sonnenrad des zweiten Planetenradsatzes
- 20 17 gemeinsames Hohlrad des zweiten Planetenradsatzes
- 18 erster Planetenträger des zweiten Planetenradsatzes
- 19 zweiter Planetenträger des zweiten Planetenradsatzes
- 20 Getriebegehäuse
- 25 20A Getriebegehäuse der Rangegruppe
- 21 Sonnenrad der Rangegruppe
- 22 Hohlrad der Rangegruppe
- 23 Planetenträger der Rangegruppe
- 24 erstes Schaltelement der Rangegruppe
- 30 25 zweites Schaltelement der Rangegruppe
- 26 Automatgetriebewählhebel
- 27 Auswahlschalter
- 28 Pfeil

29 Pfeil

30 Kreis

A - E Schaltelemente des Automatgetriebes

5 "D" Drive, Vorwärtssfahrt

„A1“-„A6“ Übersetzung des Automatgetriebes

H Übersetzung „high“ der Rangegruppe

L Übersetzung „low“ der Rangegruppe

m Moment

m_mot_e E-Gas-Moment

m_mot_f Fahrermoment

m_24 Verlauf des Drehmomentes des ersten Schaltelementes
der Rangegruppe

m_25 Verlauf des Drehmomentes des zweiten Schaltelemen-
tes der Rangegruppe

15 n Drehzahl

"N" Neutral

n_mot Antriebsdrehzahl der Antriebsmaschine

n_mot_a Anschlußdrehzahl

20 "O" Offroad, Vorwärtssfahrt

"P" Parken

"R" Rückwärtssfahrt

"t" Schaltzeit

"T" Zeitpunkt

25 T_ds Durchschaltzeitpunkt

v_fzg Fahrzeuggeschwindigkeit

I - III Übersetzung des Mehrgruppengetriebes

III-L Übersetzung des Mehrgruppengetriebes

III-H Übersetzung des Mehrgruppengetriebes

30 IV - VIII Übersetzung des Mehrgruppengetriebes

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges (1) eines Fahrzeugs, insbesondere eines Geländefahrzeugs, mit einer Antriebsmaschine (2), mit einem Mehrgruppengetriebe (4) und einem Abtrieb, wobei das Mehrgruppengetriebe (4) wenigstens aus einem Automatgetriebe (8) und einer nachgeschalteten, über Schaltelemente (24, 25) schaltbaren Rangegruppe (9) besteht, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Übersetzungsänderung der Rangegruppe (9) eine Synchronisierung eines zuzuschaltenden Schaltelements (24 bzw. 25) der Rangegruppe (9) über eine Ansteuerung von Schaltelementen (A bis E) des Automatgetriebes (8) durchgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Änderung einer Übersetzung der Rangegruppe (9) eine Änderung der Übersetzung des Automatgetriebes (8) derart erfolgt, daß eine Änderung der Übersetzung des Mehrgruppengetriebes (4) kleiner ist als bei einer alleinigen Änderung der Übersetzung der Rangegruppe (9).

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Änderung der Übersetzung der Rangegruppe (9) in Abhängigkeit einer Fahrerwunschkennung erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsstrang (1) vor der Änderung der Übersetzung der Rangegruppe (9) durch

eine Änderung eines Drehmomentes (m_{mot}) der Antriebsmaschine (2) entlastet wird.

5 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Drehzahl (n_{mot}) der Antriebsmaschine (2) in Richtung einer Anschlußdrehzahl (n_{mot_a}) einer einzustellenden Übersetzung des Mehrgruppengetriebes (4) verändert wird, bei der ein zuzuschaltendes Schaltelement (24 bzw. 25) der Rangegruppe (9) synchron ist.

15 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlußdrehzahl (n_{mot_a}) der Antriebsmaschine (2) in Abhängigkeit der einzustellenden Übersetzung des Mehrgruppengetriebes (4) und einer Fahrzeuggeschwindigkeit (v_{fzg}) bestimmt wird, so daß bei Erreichen der Anschlußdrehzahl (n_{mot_a}) eine antriebsmaschinenseitige Eingangsdrehzahl und eine abtriebsseitige Eingangsdrehzahl des zuzuschaltenden Schaltelementes (24 bzw. 25) der Rangegruppe (9) gleich ist.

20 7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Einstellung der Anschlußdrehzahl (n_{mot_a}) der Antriebsmaschine (2) Schaltelemente (A bis E) des Automatgetriebes (8) angesteuert werden.

25 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Einstellung der Anschlußdrehzahl (n_{mot_a}) der Antriebsmaschine (2) eine Übertragungsfähigkeit von abzuschaltenden Schaltelementen des Automatgetriebes (8) reduziert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß bei Vorliegen der Anschlußdrehzahl (n_{mot_a}) der Antriebsmaschine (2) eine Übertragungsfähigkeit der abzuschaltenden Schaltelemente des Automatgetriebes (8) aufgehoben wird, während zuzuschaltende Schaltelemente einer einzustellenden Übersetzung des Automatgetriebes (8) in einem Schlupfbetrieb gehalten werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die zuzuschaltenden Schaltelemente des Automatgetriebes (8) und der Rangegruppe (9) im synchronisierten Zustand geschlossen werden.

15 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Änderung der Übersetzung der Rangegruppe (9) und die damit einhergehende Änderung der Übersetzung des Automatgetriebes (8) bei Vorliegen der Fahrerwunschvorgabe durchgeführt wird.

20 25 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Änderung der Übersetzung der Rangegruppe (9) und die damit einhergehende Änderung der Übersetzung des Automatgetriebes (8) bei Vorliegen eines definierten Betriebszustandes automatisch erfolgt.

30 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Änderung der Übersetzung des Automatgetriebes (8) derart auf die Änderung der Übersetzung der Rangegruppe (9) abgestimmt ist, daß eine Änderung der Übersetzung des Mehrgruppengetriebes im wesentlichen unterbleibt.

Zusammenfassung

Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges eines Fahrzeugs

5

Es wird ein Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges (1) eines Fahrzeugs, insbesondere eines Geländefahrzeugs, mit einer Antriebsmaschine (2), mit einem Mehrgruppengetriebe (4) und einem Abtrieb beschrieben. Das Mehrgruppengetriebe (4) besteht wenigstens aus einem Automatgetriebe (8) und einer nachgeschalteten und über Schaltelemente (24, 25) schaltbaren Rangegruppe (9). Bei einer Übersetzungsänderung der Rangegruppe (9) wird eine Synchronisierung eines zuzuschaltenden Schaltelementes (24 bzw. 25) der Rangegruppe (9) über eine Ansteuerung von Schaltelementen des Automatgetriebes (8) durchgeführt.

20

Fig. 1

1 / 9

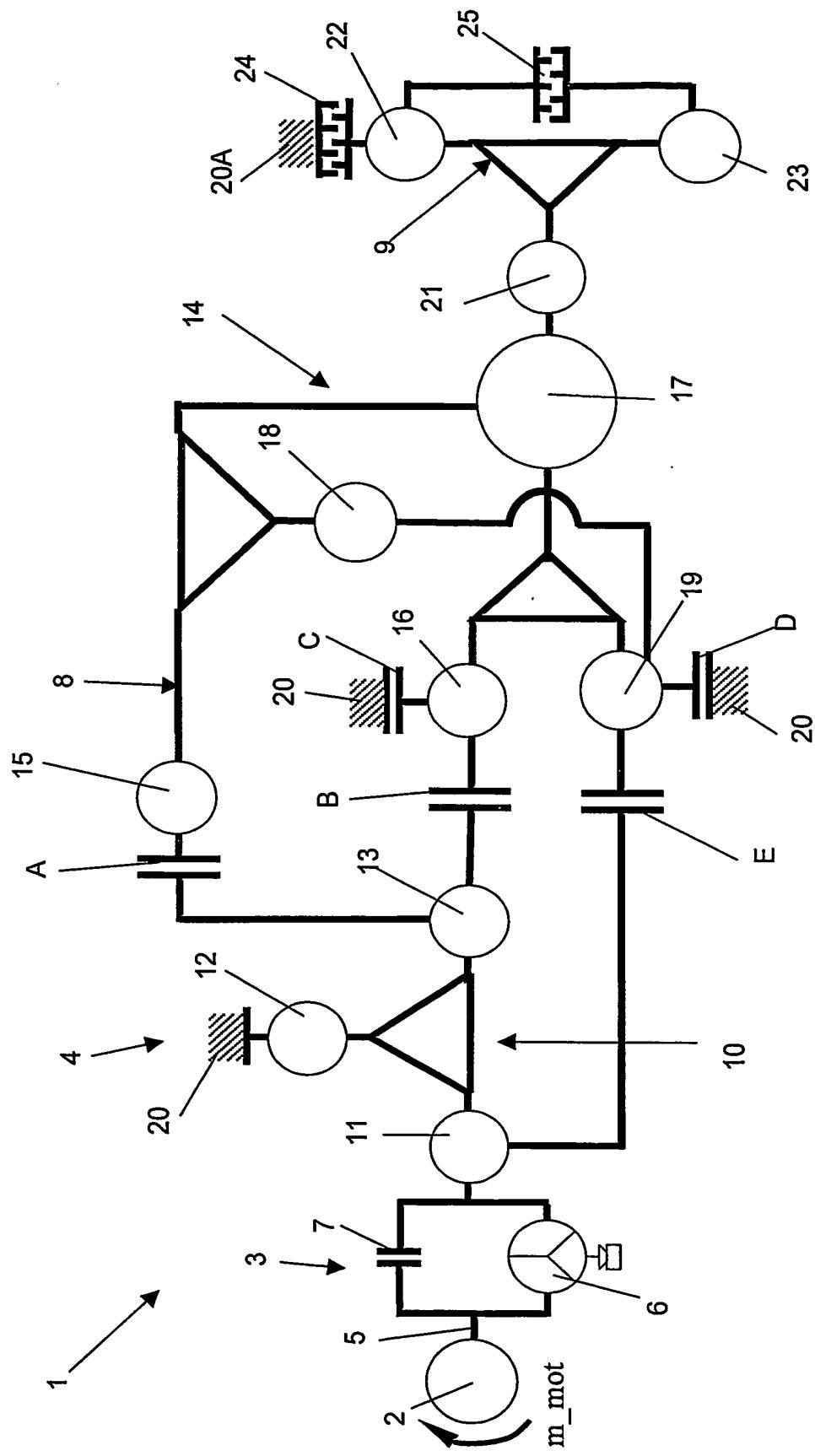


Fig. 1

2 / 9

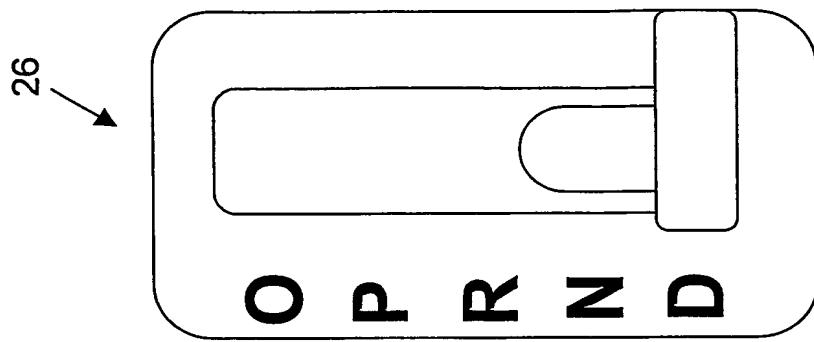


Fig. 2

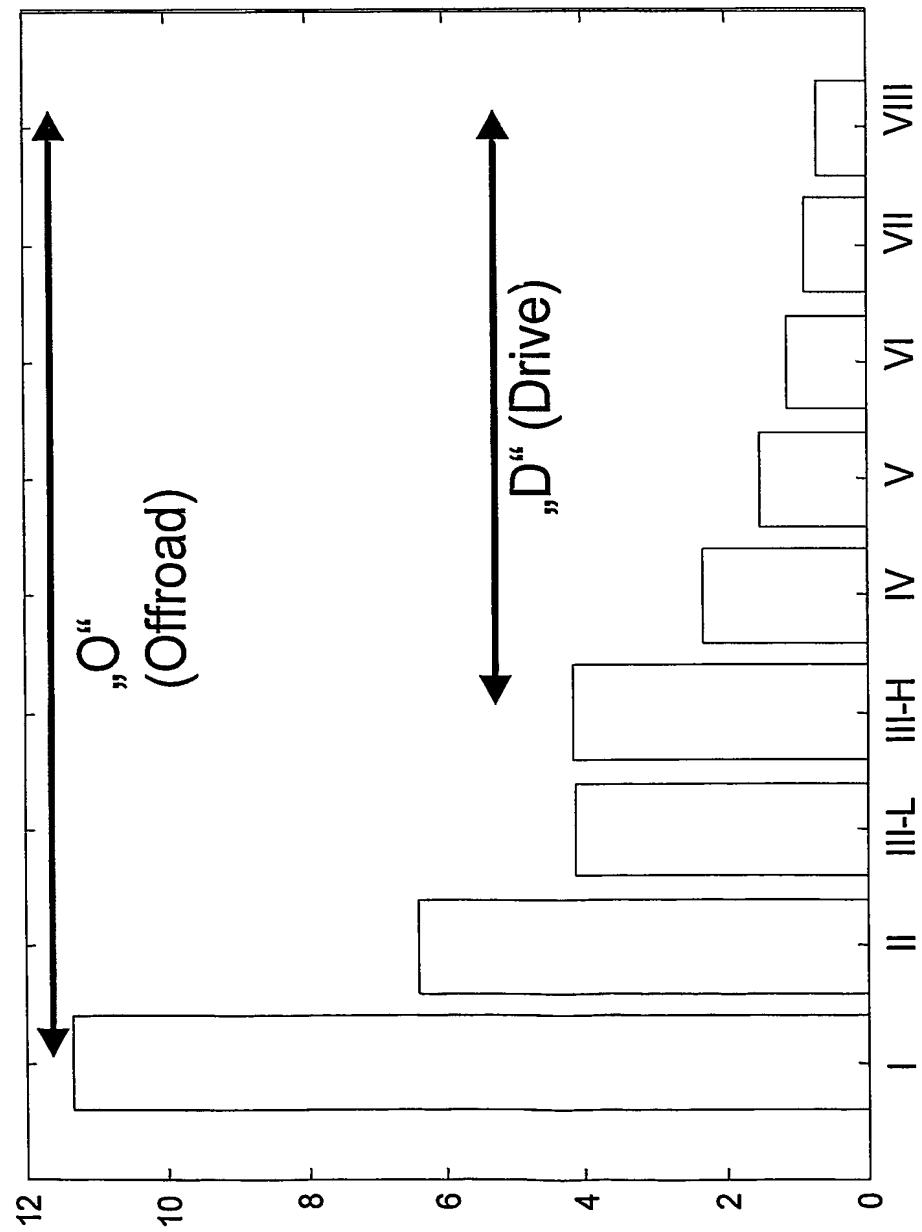


Fig. 3

3 / 9

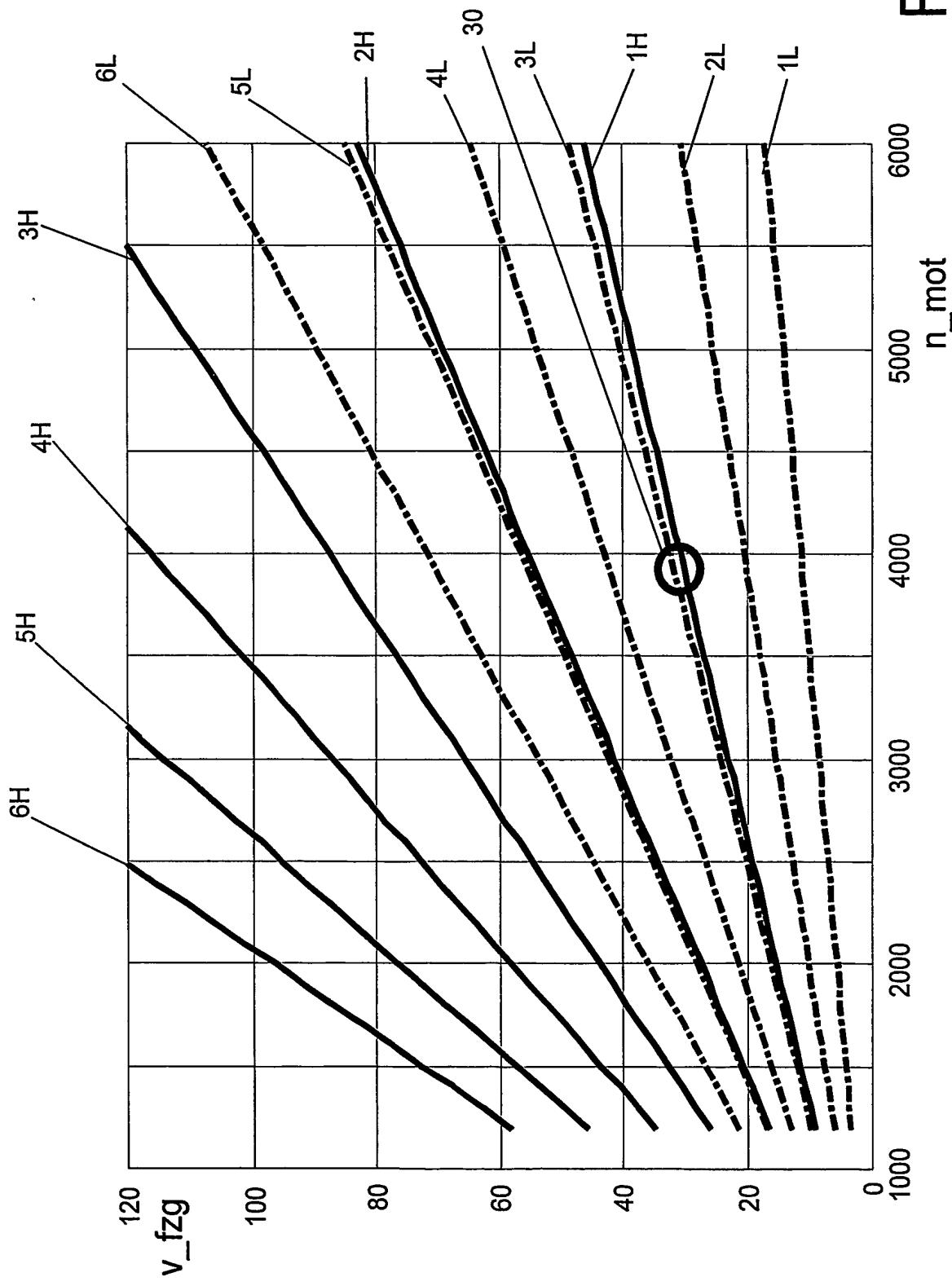
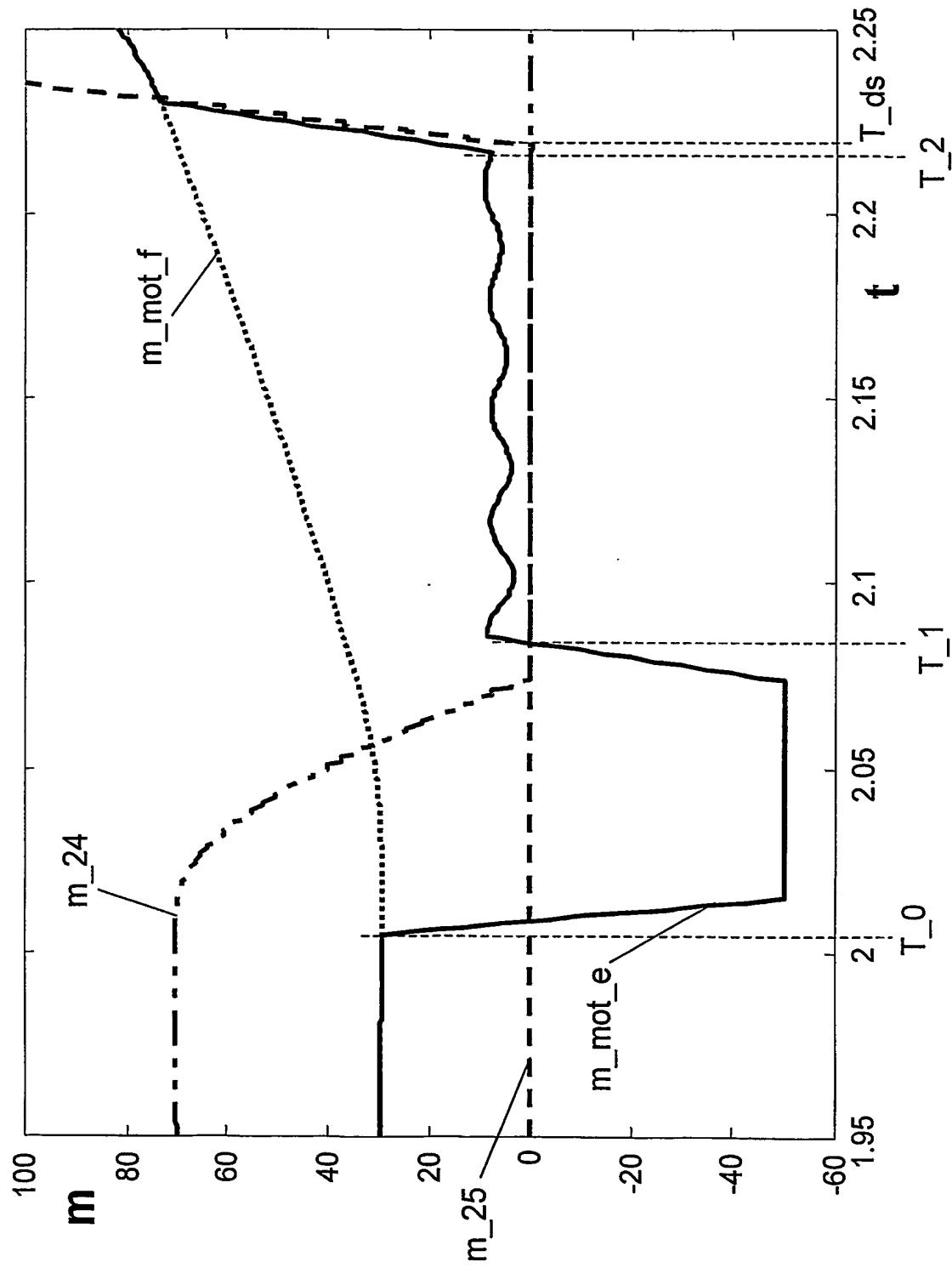


Fig. 4

4 / 9

Fig. 5



5 / 9

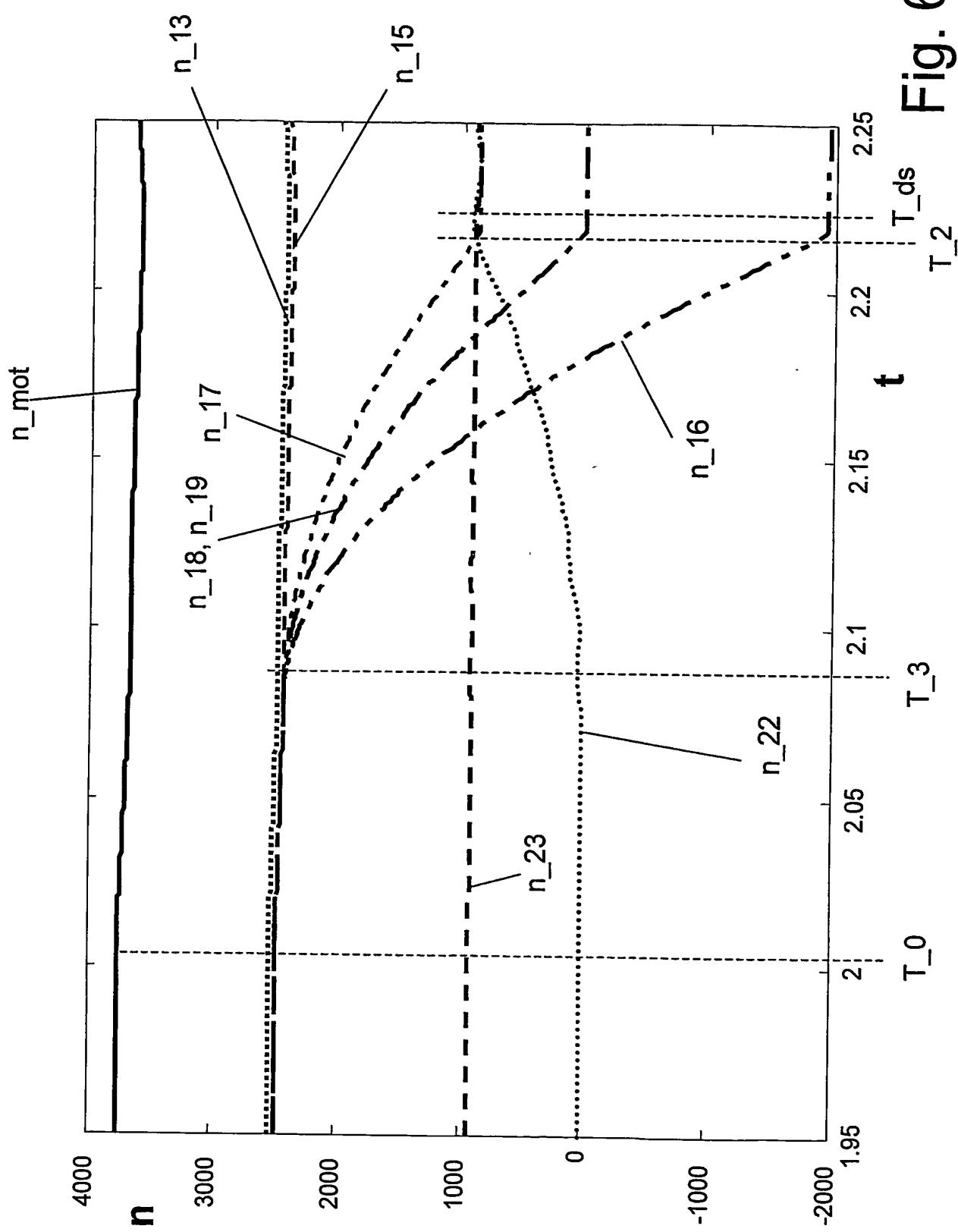


Fig. 6

6 / 9

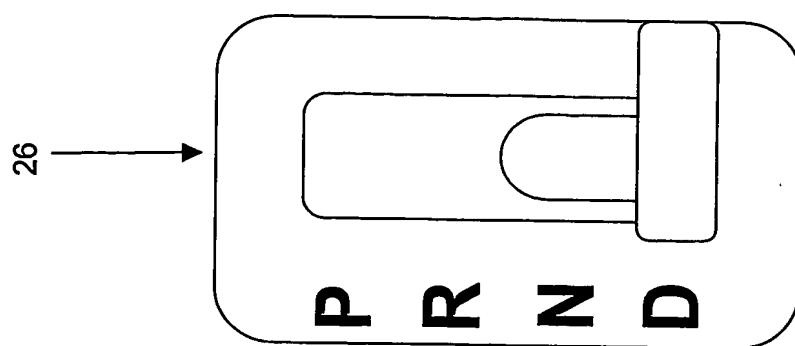


Fig. 7

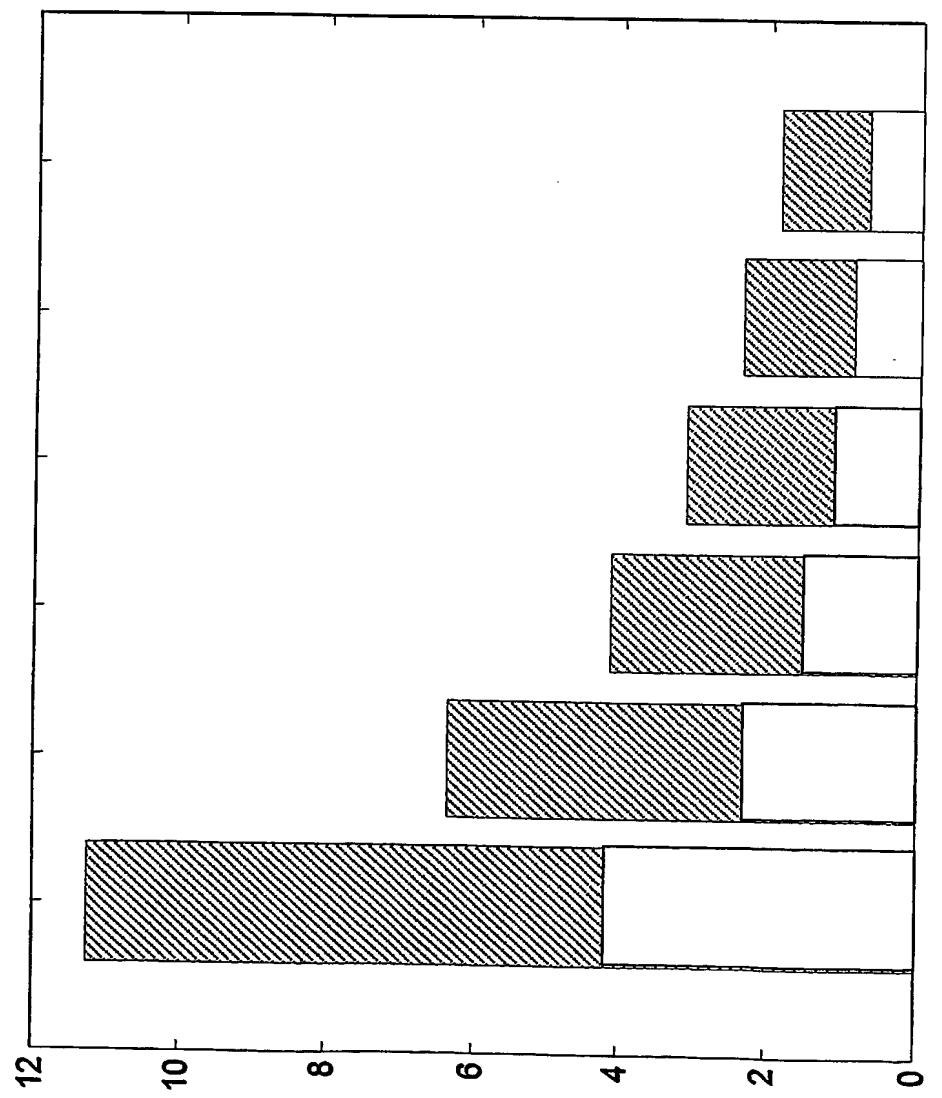
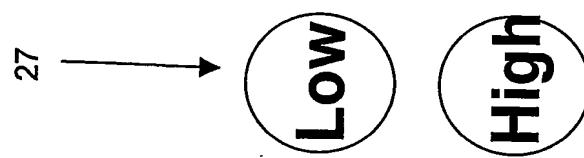
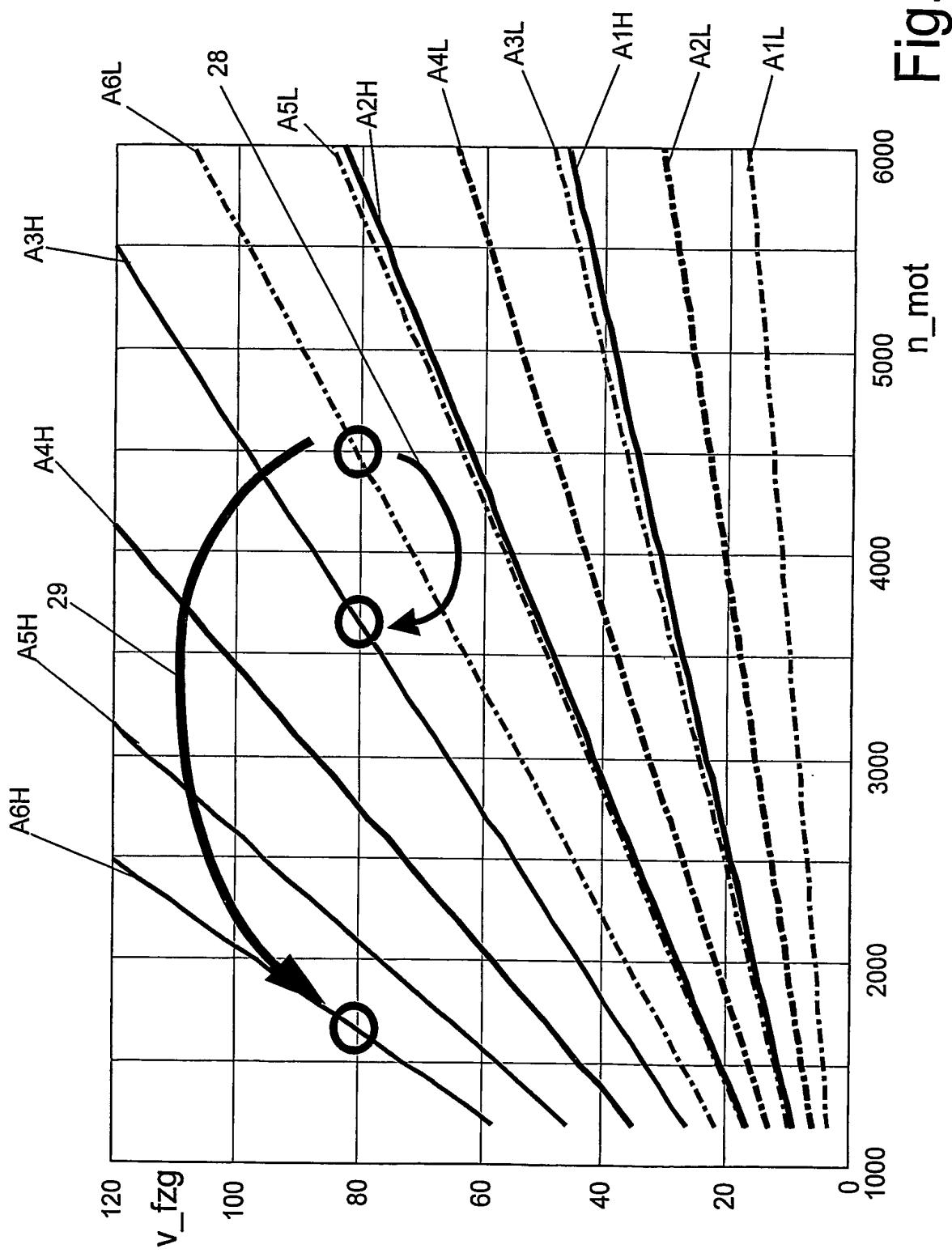


Fig. 8

7 / 9



8 / 9

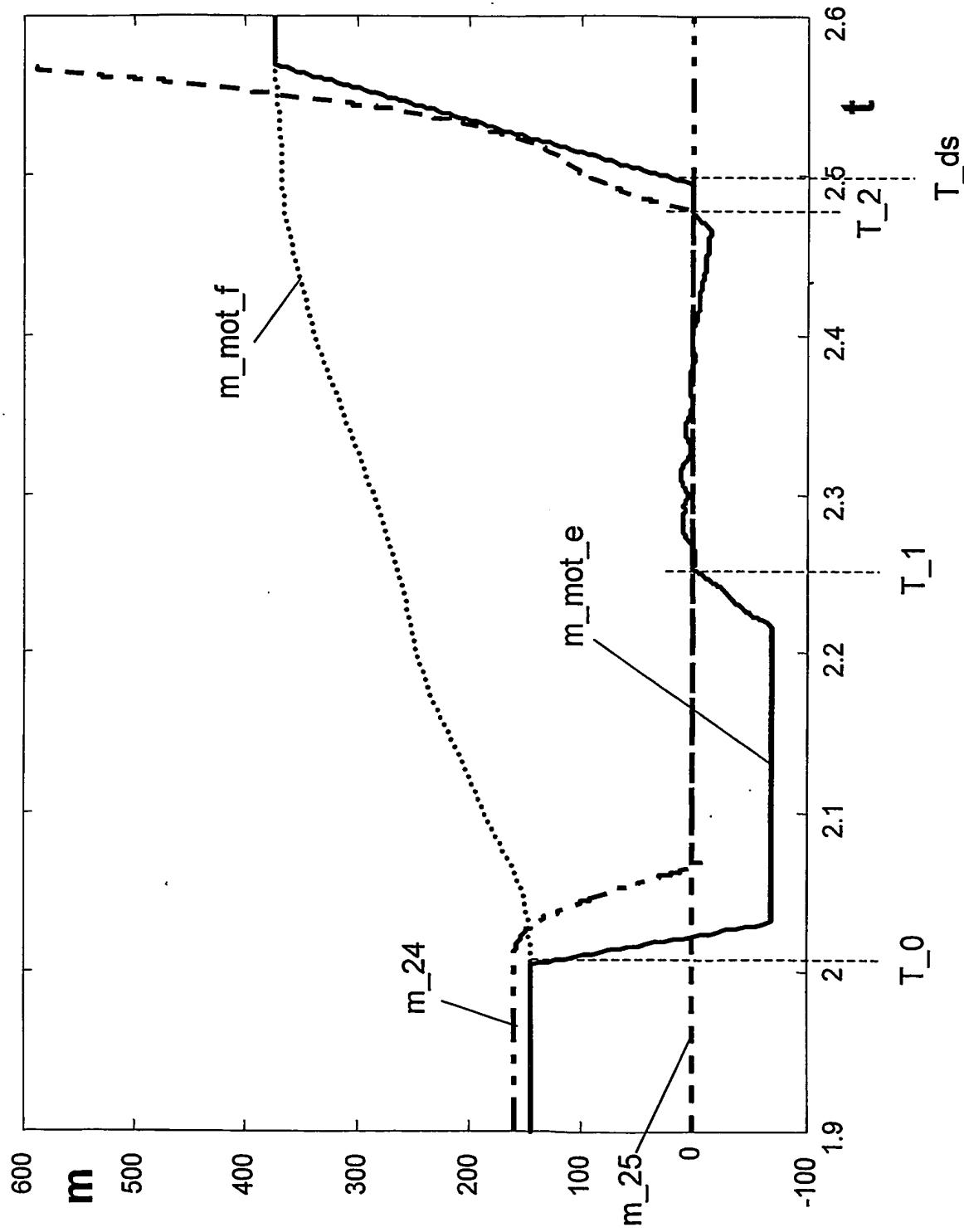
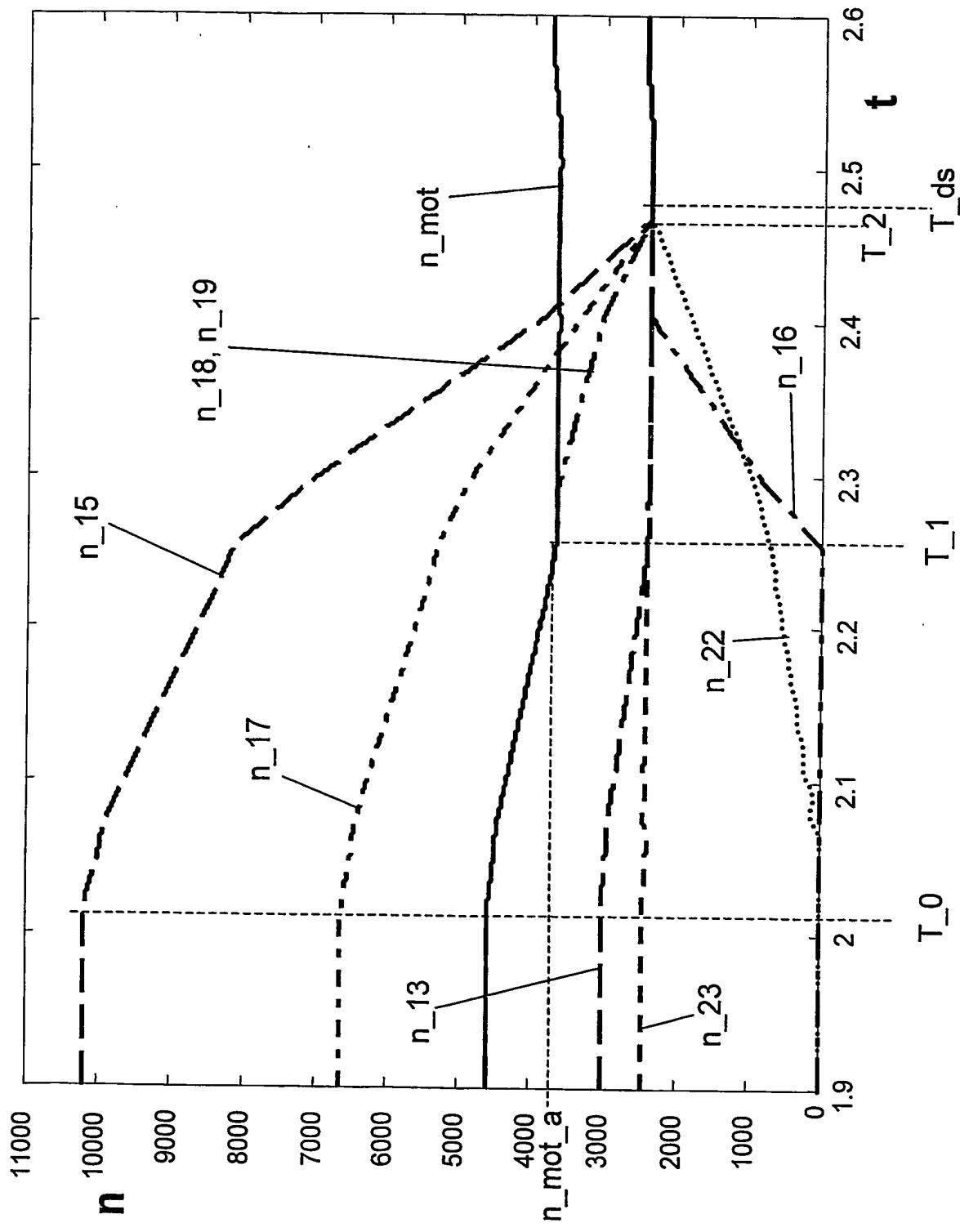


Fig. 10

9 / 9

Fig. 11



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.